

# 瞬变电磁在资料解释中如何消除低阻屏蔽

龚惠民, 马瑞华, 段建华

(中国煤炭地质总局水文物测队, 河北 邯郸 056001)

**摘要:**常规的瞬变电磁资料处理解释方法是对野外采集的归一化二次电位数据通过公式计算转化为视电阻率值, 然后针对各目的层绘制等视电阻率平面图, 并通过对平面图的解释圈定出异常区域。由于受浅层低阻屏蔽影响, 使得绘制出的平面图从浅层到深层的视电阻率等值线形态非常相似, 若浅部存在低阻层, 则对深部的异常进行解释难度较大。利用原始的归一化二次电位差值方法可消除低阻屏蔽的影响, 该方法在山西潞安集团司马煤业有限公司的应用, 验证了其勘探效果。

**关键词:**瞬变电磁; 低阻屏蔽; 二次电位; 差值

中图分类号: P631.325

文献标识码: A

对大多数从事瞬变电磁法勘探工作的人来说, 如果在浅部存在一低阻体, 在对深部资料的解释中, 无论是水平切片还是顺层切片, 低阻异常的范围或者说视电阻率等值线的形态都非常接近, 对深部资料的解释难度较大。尤其是现在煤矿水灾害预测中, 要求对煤系地层各主要含水岩层的富水性进行划分, 由于低阻屏蔽的影响, 所解释的成果资料不符合地质规律。

消除瞬变电磁资料的低阻屏蔽, 是广大瞬变电磁工作者所希望的。本文通过多年摸索总结出一套解释方法, 并多次经过验证, 现提出供大家参考。

## 1 原理

众所周知, 瞬变电磁是在地表敷设不接地线框或接地电极, 在其中供以脉冲电流, 当回线中电流突然断开时, 在地下介质中将激励起感应电磁场, 以维持断电前已存在的磁场, 这就是二次涡流场, 该二次场以等效涡流环的形式向下传播、向外扩散, 逐渐损耗并按指数规律衰减, 我们仪器所检测的正是这种按指数规律衰减的二次电位, 根据二次电位的变化规律来间接了解地下良导体的电性特征。

据瞬变电磁理论, 在相同的岩层中, 二次电位的衰减速度相同, 也就是说在相同的时间段二次涡流场的传播速度相同、穿透的地层厚度相同。当二次涡流场经过富水低阻层时, 由于水的低阻集流效应或激发极化作用致使二次涡流场的衰减速度变慢甚至产生畸变, 导致二次电位值高于不富水的岩

层, 穿透含水层位后又依据相同的衰减速度衰减, 造成最先穿过含水层的测点二次电位值永远高于其它测点(图 1), 由于计算视电阻率依据的是二次电位值, 二次电位值高计算的视电阻率值低, 二次电位值低计算的视电阻率值高, 如果不经过处理, 成图后就会出现上部有低阻体的地段自上到下均存在低阻异常的低阻屏蔽现象。

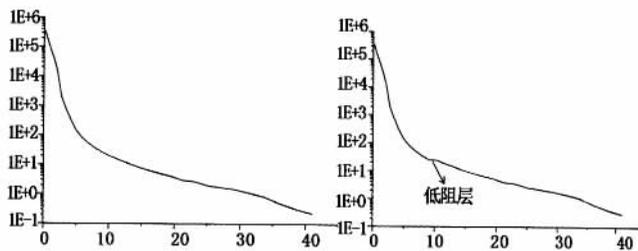


图 1 衰减曲线对比图

Figure 1 Contrast of attenuation curves

图 1 是衰减曲线对比图, 左图是没有穿过低阻层段的衰减曲线, 右图是穿过一个低阻层的衰减曲线, 从二条衰减曲线看, 穿过低阻层时, 曲线出现一不明显的小台阶状异常; 穿过低阻层后, 曲线又依据相同的衰减规律衰减, 只是曲线抬升了一个档次(即二次电位值高于没穿过低阻层的衰减曲线)。

那么如何消除呢? 经过分析我们认为, 既然在相同岩层中二次涡流场衰减速度相同, 那么二次电位的衰减速度也应相同, 穿透相同厚度的岩层二次电位的减小数值也应相同(进入该层与穿过该层二次电位差值相同), 如果差值小, 说明该层段衰减速度慢, 存在低阻异常体(层)。结合工区水文地质条件, 尤其是水文钻孔资料的单位涌水量数据( $q$ ), 确定划分富水异常区的差值。据此我们根据测区钻孔资料, 找出煤系地层各含水砂岩和灰岩的埋深、厚度, 将经过滤波及深度解释校正后的对应厚度二次

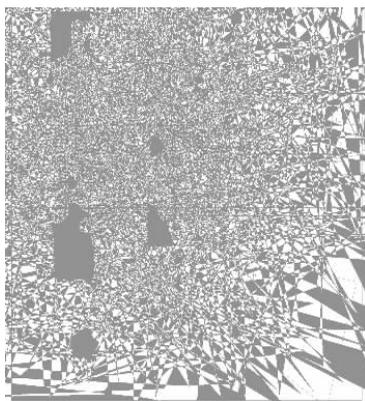
作者简介: 龚惠民(1968—), 男, 河北磁县人, 1992年中国地质大学勘查地球物理专业毕业, 物探高级工程师, 一直从事电法勘探工作。

电位差值绘制顺层平面图，既能更准确反映富水异常区，又符合水文地质规律，还直接利用最原始数据避免了计算误差。

### 2 应用实例

利用该解释方法在其它中小型项目中应用得到验证后，我队即在山西潞安集团司马煤业有限公司一采区北部及二采区地面瞬变电磁勘探资料解释中予以应用。

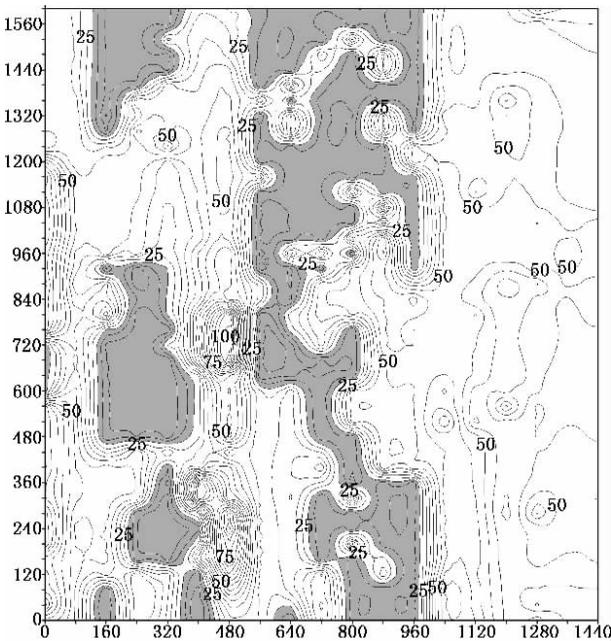
该矿施工选用加拿大凤凰公司生产的 V8 多功能电法仪，施工装置采用大定源内回线装置，施工参数：发送线框边长 400m×400m，发送电流 20A，发射频率 5Hz，采样时窗 42.61ms，地面探头二十次叠加采样。在资料解释中，对直接利用随机所带软件计算的视电阻率和利用归一化二次电位差值绘制的顺层平面图进行了对比，结果如下：



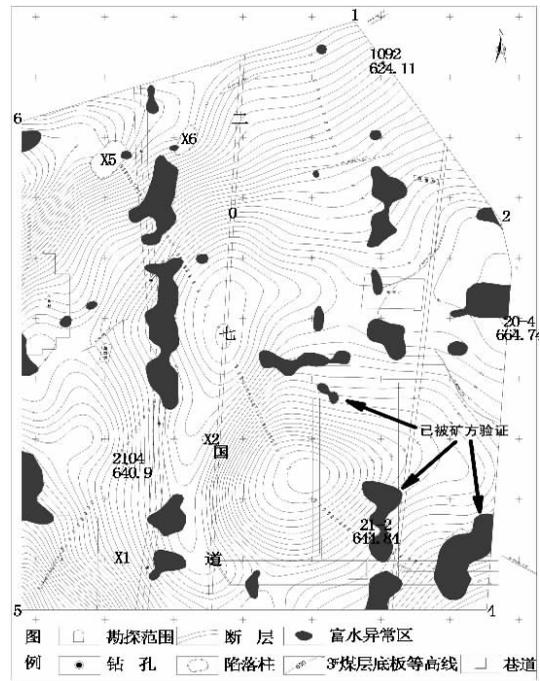
(V8 仪器软件) 绘制  
图 2 3# 煤层顶板富水异常平面图  
Figure 2 Plan of No.3 coal seam roof water yield anomaly

平面图进行了对比，结果如下：

图 2 和图 3 是利用 V8 仪器所带软件计算的视电阻率值绘制的顺层平面图，从图中可见，3# 煤层顶板和 15# 煤层底板富水异常形态一致，如果取值标准改变，异常形态几乎完全相同，而该二个目的

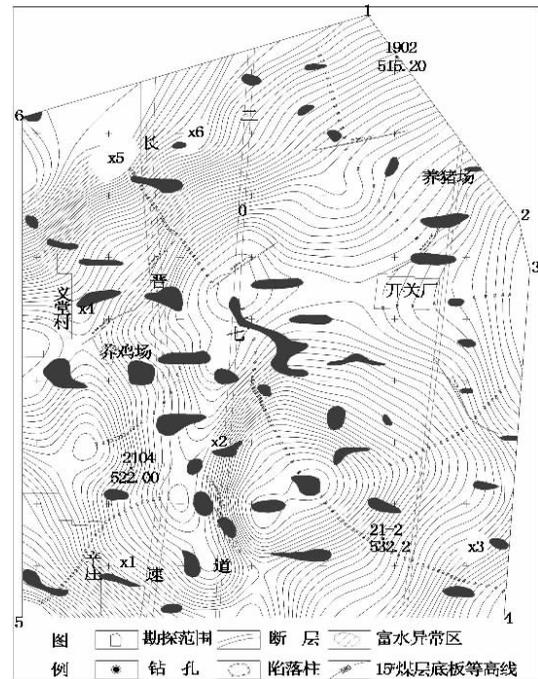


(V8 仪器软件) 绘制  
图 3 15# 煤层底板富水异常平面图  
Figure 3 Plan of No.15 coal seam roof water yield anomaly



(归一化二次电位差值绘制)  
图 4 3# 煤层顶板富水异常平面图

Figure 4 Plan of No.3 coal seam roof water yield anomaly



(归一化二次电位差值绘制)  
图 5 15# 煤层底板富水异常平面图

Figure 5 Plan of No.15 coal seam roof water yield anomaly

层相距 100m 左右，中间有数层隔水层，上二图异常反映含水层间有水力联系的可能性，根据区域水文地质资料，除个别构造地段外，各含水层间没有水力联系。造成 3# 煤层顶板、15# 煤层底板富水异常形态基本一致的原因就是低阻屏蔽对资料处理解释的影响。针对此问题，又利用归一化二次电位差值绘制了顺层平面图(图 4、图 5)。(下转第 134 页)

不限)对比图的数字化一次性成图(图 3)。

## 5 结语

运用 ARX 技术编制的 Maparx 应用程序在 AutoCAD 环境中绘制测井解释成果图的方法,可以广泛应用于煤田、冶金等勘探领域。在使用过程中要求用户必须熟悉处理对象。在 CLogPro 煤田测井处理程序中将每个单孔资料解释成果(包括地层层位、煤层编号等信息)准备充分。该方法界面采用 Windows 风格,操作简便,作煤层对比图时不需通过人工干预,相应的对比标志层自动连线,煤号、分层信息(煤层号、煤层底板深度、煤层厚度)会自动添加到柱状图上,此外曲线条数可自定,没有最多条数限制,钻孔数目也不限制,使测井成果的数字化更加完全和便捷。同时绘制的各种平面图都能利用 CAD 的

绘图命令进行修饰,操作十分灵活、方便。该方法以其高效、优质、方便、灵活的特点,使测井成果的数字化更加完全和便捷,具有广阔的应用前景和极大的实用价值。是目前测井解释成果输出中最受欢迎的方法之一。

目前在中煤一局、中煤水文局、山西省、山东省、河南省、河北省、安徽省、江西省、青海省、内蒙古自治区、辽宁省、黑龙江省等地区的地质勘查院和煤田地质勘探队在运用 CAD 绘制测井解释成果图的实际应用中,均取得了良好的效果,得到一致的好评。

## 参考文献:

- [1] 李世国,等.AutoCAD 高级开发技术 ARX 编程及应用[M].北京:机械工业出版社,1999.

## Application of CAD Technology in Well Logging Interpretation

Zhang Yanping

(The Third Hydrogeological Exploration Team, CNACG, Handan, Hebei 054004)

Abstract: The establishment of logging curve database is based on the CLGIS (Coalfield Logging Geological Interpretation System) software, to use development frame of the ARX (AutoCAD Runtime Extension) exploitation environment provided, developed AutoCAD well logging graphic database management system. Through direct operation of both interior and exterior database of the AutoCAD to realize oil well logging graphic database administration, realize logging result plan digital one-off output in AutoCAD.

Keywords: well logging interpretation result; CAD; ARX; application

(上接第 127 页)

图 4 和图 5 是利用归一化二次电位差值绘制的顺层平面图。图中富水异常的范围形态均存在明显差别,符合区域水文地质规律。资料提交后,经矿方巷道(3#煤层顶板)掘进验证,富水异常吻合程度高。

## 3 结论

经过近几年实际工作的摸索探讨,在分析瞬变电磁原理的基础上应用最原始、最直接的归一化二次电位数据结合工区水文地质条件、水文钻孔资料,利用归一化二次电位差值数据解释富水异常区的划

分,避免了视电阻率计算的误差及人为参数设置误差,使解释的富水异常更接近实际水文地质规律,解释误差更小,每一个工区均得到矿方验证,准确率高。

## 参考文献:

- [1] 牛之璠.时间域电磁法(原理)[M].长沙:中南工业大学出版社,1992.  
[2] 蒋邦远.瞬变电磁法勘探[M].北京:地质出版社,1998.  
[3] 马瑞华,等.山西潞安集团司马煤矿一采区北部及二采区地面瞬变电磁勘探报告[R].河北 邯郸:中国煤炭地质总局水文物测队,2006.

## Elimination of Low Resistivity Shielding in TEM Data Interpretation

Gong Huimin, Ma Ruihua and Duan Jianhua

(Hydrogeological Geophysical Prospecting and Surveying Team, CNACG, Handan, Hebei 056001)

Abstract: The conventional TEM data processing and interpretation methods are through conversion formula inversion of field collected normalized secondary potential data into apparent resistivity values and then focused on each target to plot apparent resistivity contours, and through analysis and interpretation of plans to circle out anomalous regions. Due to influences from shallow low resistivity shielding make the plans of apparent resistivity contours very similar from shallow to deep part, so if there are low resistivity layers in shallow part, then interpretation of anomalies in deep part can be quite difficult. The paper introduced the original normalized secondary potential difference method in transient electromagnetic data processing can eliminate impact of low resistivity shielding. Ideal results have been obtained in application of the method in the Shanxi Luan Sma Coal Group Limited.

Keywords: TEM; low resistivity shielding; secondary potential; difference